SEÑOR PRESIDENTE.- Habiendo número, está abierta la sesión.

(Es la hora 15 y 40 minutos.)

–La Comisión de Ciencia y Tecnología del Senado tiene el gusto de recibir a una delegación de la Facultad de Ingeniería integrada por el Decano, doctor ingeniero Héctor Cancela; el asistente Alejandro Gutiérrez; el Jefe del Departamento de Telecomunicaciones, ingeniero Juan Pechiar y el encargado de la Dirección del Instituto de Ingeniería Electrónica, Juan Pablo Oliver. A su vez, por Antel nos visitan Fernando Fontán, de Planificación Estratégica y Lía Terra, de Desarrollo Humano.

Dejamos en uso de la palabra al doctor ingeniero Cancela.

SEÑOR CANCELA.- En primer lugar, queremos agradecer esta invitación, que para nosotros constituye una ocasión muy importante. En la Universidad de la República y, obviamente, en la Facultad de Ingeniería, tenemos siempre el firme interés de contar las cosas buenas que pasan y de dar a conocer los esfuerzos importantes que se están llevando adelante. En este caso, se trata de un trabajo que realizamos en conjunto con Antel, cuyos representantes hoy nos acompañan.

Quiero hacer una breve introducción a fin de poner a los señores Senadores en conocimiento del marco en el cual surge el proyecto. De alguna manera, la raíz de esa iniciativa se encuentra en la comprensión que la Facultad de Ingeniería tiene de su misión frente a la sociedad. Somos conscientes de que nuestro primer objetivo es formar los recursos humanos y generar el conocimiento que el país necesita para crecer, ya que ese desarrollo no es posible si no se cuenta con gente que tenga dominio de la tecnología y la pueda aplicar. Esto implica enseñar, educar, investigar y unir. En ese marco general y con ese objetivo, estamos permanentemente haciendo un esfuerzo para renovar la forma en que encaramos la enseñanza. Este proyecto, precisamente, que es muy desafiante, nace con un propósito educativo y busca presentar a estudiantes de fin de carrera de Ingeniería Eléctrica un desafío que parecía fuera del alcance del país, como es el de concebir, diseñar, ensamblar y, eventualmente, lanzar un satélite. En el momento de su concepción, como se contaba con muy escasa financiación, se consideraba un proyecto de muy largo plazo. Se fueron dando algunas etapas iniciales como proyecto de grado, y luego, esencialmente, a través del relacionamiento con Antel -ente con el cual ya estábamos llevando a cabo algunas iniciativas, tanto de educación como de transferencia de conocimiento–, surgió la oportunidad de cambiar la velocidad del proyecto y transformarlo en una iniciativa más ambiciosa, con objetivos de más corto plazo y con una visión todavía mayor.

Entonces, desde hace un par de años estamos avanzando etapa por etapa, cumpliendo con los hitos marcados, logrando algo que creemos que tiene un valor simbólico muy importante, que es ver cómo el conocimiento generado en el país nos permite llegar al estado del arte mundial y, en definitiva, a construir ese objeto a través del conocimiento de nuestros profesionales, quienes van a poder seguir volcándolo en Antel, en la Facultad, y también en el medio cuando ejerzan en él.

Otro aspecto a mencionar –en el que luego abundaremos– tiene que ver con conquistar a los adolescentes para que sigan sus estudios en el área de la ingeniería y de las tecnologías. Creemos que poder mostrarles cómo desde aquí se puede enviar un satélite, sin duda va a despertar su imaginación y les permitirá ver que pueden ser parte de esa transgresión de fronteras. Realmente, a la gente joven hay que presentarles los desafíos que les muestren que pueden construir algo nuevo y, en algún sentido, llegar a hacer mejor el mundo.

Este tipo de proyectos son los que queremos seguir incorporando en nuestra carrera de grado y en nuestros proyectos de investigación, de forma de atraer a los muchachos.

Este es el marco general de lo que quería expresar.

SEÑORA TERRA.- Como dijo el ingeniero Cancela, debemos acostumbrarnos a que Antel, por lo menos, debe ser socio de la academia, como también de todo lo que es la investigación en tecnología. Este es un precioso proyecto, no solamente para el país, sino también por lo que implica para la empresa, la Facultad de Ingeniería, la academia y, también, para nuestros investigadores. Todos los materiales que van a integrar este pequeño satélite son desarrollados por la industria y por profesionales nacionales. O sea que es un conocimiento que queda en nuestros profesionales. De otra forma hubiera sido muy difícil que adquirieran ese conocimiento; únicamente lo hubieran logrado fuera de fronteras.

Otro aspecto que permite la realización de este proyecto es soñar y pensar que las cosas son posibles. Siempre se ha trabajado con la Facultad de Ingeniería de una manera muy estrecha y muy bien. Este proyecto tiene un gran alcance e importancia para la facultad y para Antel. Se trata de un proyecto serio, con hitos, con objetivos, con metas, todo lo cual se está cumpliendo; luego lo van a explicar mucho mejor.

Por otra parte, hoy mantuvimos una reunión con la ingeniera Carolina Cosse, quien nos expresaba que es una alegría tremenda que citen a Antel –y también a la facultad– para que hable sobre estas cosas lindas. Lamentablemente, la ingeniera tenía una agenda muy complicada por lo que no pudo concurrir en la tarde de hoy. De todas maneras, me pidió que expresara la alegría que significa para Antel que se la cite para informar sobre este proyecto.

Quedamos a las órdenes por cualquier consulta o ampliación de información.

SEÑOR PECHIAR.- En diciembre de 2006, un grupo de gente asociada a la Facultad, como Grompone, Mauricio Vigil –que en ese momento estaba viviendo en Suecia– y Gregory Randall –que es el Pro Rector de Investigación–, aparentemente tuvieron una tormenta de ideas y se les ocurrió, como forma de impulsar o reimpulsar áreas de conocimiento, la construcción de un satélite. Vale decir que no es raro que las universidades construyan satélites. De hecho, el primer satélite norteamericano, en 1958, fue construido por una universidad. En estos problemas en los que se necesita de la industria, del conocimiento nuevo y de la innovación es donde la fusión entre el país y la academia da frutos alucinantes. Como dije, llegaron con esta idea en 2006, pero como la facultad no dispone de una valija de recursos para nuevos emprendimientos, durante años este proyecto estuvo con una financiación vestigial.

Seguramente por mi carácter de ingeniero generalista –es aquel al que le gusta un poco de todo, que no se mete en un nicho hasta el fondo sino que prefiere juntar todas las áreas– todos los dedos apuntaron hacia mí para designarme coordinador; todo el mundo dio un paso atrás y quedé como coordinador a finales de 2006. Empezamos a hacer lo más barato posible porque, como expliqué, no contábamos con financiación y los insumos de un satélite y su manufactura son costosos. Por eso comenzamos a lanzar prototipos de satélite que, en lugar de ir a órbita, se colgaban de un globo de tipo meteorológico. Los problemas eran muy parecidos porque la función era la misma: debía enviar sus datos, medir cosas y solucionar sus propios inconvenientes porque uno ya no puede tocar más nada una vez que fue lanzado. Entre 2008 y 2010 salieron cuatro de estos globos, que llegaban a una altura de 33.000 metros, es decir, 33 kilómetros, que es el triple de la altura a la que vuela un avión. Hasta ese momento era lo más alto que algo uruguayo se alejaba del planeta. Aprendimos mucho y el último hasta resultó aburrido por lo bien que funcionó; no falló nada. En paralelo, en 2010 desarrollamos, con estudiantes, el módulo que se encarga de la energía del satélite y el de su orientación. En 2011 Antel se entera de nuestro proyecto a través de la feria de proyectos de la facultad y se interesa muchísimo por el alcance y lo que deja un emprendimiento de este tipo. Es así que se asocia con la facultad para hacer el proyecto en forma conjunta y se firma un convenio. De ese modo, una parte del satélite la fabrica personal de Antel y otra gente de la Facultad de Ingeniería. Muchas veces se cree que por tratarse de un convenio Antel solo daría la financiación, pero no es así pues el trabajo se desarrolla en ambos lados, obviamente de manera coordinada. Si bien los representantes de Antel podrán contarlo mejor, quiero decir que personal que estaba haciendo trabajo de “funcionario” –dicho entre comillas–, rutinario, por ejemplo, para permitir que funcionen los teléfonos, fue destinado a un proyecto innovador. Eso crea capacidades nuevas y un mejor entendimiento de todo lo que se hace, no solo a nivel de la academia sino también de la industria. Por su parte, en la Facultad de Ingeniería se contrató a un grupo de estudiantes que actualmente está trabajando en el satélite. Para que se tenga una idea, estamos hablando de gente joven –de 25 a 30 años– que hoy en día, sobre muchos

temas, sabe más que nadie en Uruguay. Realmente son expertos. ¿Por qué digo esto? Porque poner un satélite en órbita no es una carrera espacial, es una carrera terrenal, porque se trata de resolver un problema muy complejo y los conocimientos que se desarrollan para lograr su solución son aplicables a una cantidad importante de áreas, que luego, si se quiere, podría enumerar.

Les traje un modelo que es la réplica de un satélite. En este caso se trata de un prisma de 20 centímetros por diez por diez. Poner un kilo en órbita es carísimo; lo que se cobra es el peso de lo que se pone en órbita.

SEÑOR ABREU.- Es un CubeSat.

SEÑOR PECHIAR.-Exactamente. En este caso es un CubeSat de dos unidades –el de una es de diez centímetros por diez y por diez– porque tenemos cantidad de elementos para colocar dentro y una unidad no alcanzaba. Este prototipo es idéntico al que va ser puesto en órbita. Además, lleva un panel y los componentes electrónicos dentro. Para que se tenga una idea, esto podría volar así como está. Este es el tamaño estándar. El prototipo que va a volar es igual a este, es un microsatélite. Por supuesto que es muy distinto a un satélite de telecomunicaciones, que está en una órbita geoestacionaria, que pesa toneladas y que cuesta centenas de millones de dólares. Estamos empezando de cero, creando el conocimiento para resolver este problema complejo.

Muchas veces se nos pregunta cuál es el servicio que va a brindar el satélite: si va a ser un satélite de comunicaciones o de fotografía de precisión. Es nuestro primer paso y el objetivo es desarrollar conocimientos locales. Si Uruguay necesitara sacar fotografías, podría pagarlo, pero eso no genera conocimiento. Nosotros vamos por el camino de crearlo, que es lo que más nos importa como integrantes de la Universidad, pues es lo que deja más frutos en el país.

SEÑOR ABREU.- Si no me equivoco, esto comienza en el año 2006, sigue con el lanzamiento de 4 prototipos a 33.000 metros para preparar el camino, y ahora estamos hablando de un CubeSat de 20 x 10 x 10 Hoy no se sabe cuántos miles de satélites recorren el mundo, pero en 1958 Estados Unidos había lanzado uno solo.

Tengo entendido que este se lanzaría desde Kazajistán, donde está la plataforma de lanzamiento.

La segunda pregunta es si va a entrar en la órbita de los satélites comerciales, en cuyo caso quisiera saber cómo se da el permiso para la entrada en la órbita comercial. También me gustaría saber quién regula esto, porque hay un mando norteamericano que es el que rastrea, si no me equivoco –se llama Norad–, y desde acá van manejando los distintos contenidos.

El costo es relativamente bajo –si no me equivoco son unos US$ 100.000, sin perjuicio de los adicionales de lanzamiento y todo lo demás–, pero tratándose de un satélite comercial lanzado para el desarrollo del conocimiento nacional y siendo además de industria nacional, más allá de las utilidades que pueda tener, quisiera saber cuáles son los pasos que ustedes tienen pensado dar para ir avanzando en esa desafiante aventura tecnológica para que pueda ser comercialmente útil a los efectos del conocimiento y la formación de conocimiento a que está orientada la asociación de Antel y la Facultad de Ingeniería.

Si me equivoqué en algo, sepan que es parte de mi desconocimiento, pero es un tema sobre el que es bueno saber porque hay otro satélite que compartíamos con China –aunque ya es un poco más complicado–, que da vuelta al mundo y en el que tuvimos una participación o vendimos un 10% a Venezuela, si mal no recuerdo. Es importante conocer los datos porque me parece una excelente idea y es algo que realmente vale la pena saber, sobre todo para el entusiasmo de los estudiantes en lo que hace al conocimiento.

SEÑOR CANCELA.- Haré un breve intervención, para que luego conteste el ingeniero Pechiar.

El primer comentario muy general en realidad tiene que ver con esto y con Antel y es que el objetivo y el éxito del proyecto, tal como nos lo estamos planteando, será el momento en el que el satélite esté construido, esté testeado en Estados Unidos y esté listo para entrar en órbita. Es decir, para nosotros lo esencial es haber podido acumular el conocimiento que se refleje en la construcción del objeto satélite y en los testeos que demuestren que realmente lo hicimos con todo lo que es necesario de acuerdo con el estado del arte. Por supuesto que nos va a encantar ponerlo en órbita y esperamos que allí quede, pero claramente ese es un adicional que depende, además, de muchos imponderables como sucede en todo lanzamiento.

SEÑOR ABREU.- ¿Son dos años?

SEÑOR CANCELA.- En realidad, estamos apuntando a un lanzamiento más cercano, si es posible, pero ahora el ingeniero Pechiar va a comentar cómo vamos con eso.

Nuevamente aclaro que no es un satélite comercial, sino un satélite experimental con el objetivo de acumular conocimiento y que nos dé la posibilidad de continuar desarrollándolo a futuro. Dejo que el ingeniero Pechiar complemente mi intervención con algunos aspectos más específicos.

SEÑOR PECHIAR.- Voy a seguir el orden de las consultas efectuadas.

El estándar CubeSat, justamente por ser un estándar –de 2003 o 2004–, permitió que cualquiera pueda construir un CubeSat; si cumple el estándar, tal como sucede con un enchufe en una pared, cualquiera puede utilizarlo. En este caso sucede algo similar, porque si se cumple el estándar de las dimensiones, del peso, de la funcionalidad, hay una cierta oferta de gente que ya está preparada para lanzarlo. Físicamente, van luego dentro de una especie de vaina, uno detrás del otro; puede ir el mío, el de otra empresa, el de otra universidad. Y como todos tienen el mismo tamaño, no importa si va primero el mío o el de otro.

SEÑOR ABREU.- Es como un vagón.

SEÑOR PECHIAR.- Exactamente. Si conozco la trocha de la vía puedo comprar un vagón en cualquier lado y lograr que luego vaya sobre esa vía. Esto es lo mismo.

Eso ha facilitado el acceso a los lanzadores. Antes de que existiera este estándar uno fabricaba esos satélites con cualquier forma y luego tenía que ir a pedir permiso o negociar con los rusos o con los americanos para ver si en alguna salida del satélite comercial había un lugarcito para colocarlo. Hoy en día no se habla con los rusos ni con los americanos, sino con un intermediario que es el que junta varios clientes y va a negociar con el ruso, el americano o el europeo dónde instalar su CubeSat. En particular, las negociaciones que tenemos hechas son a través de una empresa norteamericana que en realidad está asociada a la Universidad Politécnica de California –Cal Poly–, que son los creadores del estándar –es decir, fuimos a lo seguro en ese sentido– y tienen sus *spin-off* para hacer lanzamientos. De acuerdo con las fechas que estamos manejando, seguramente el lanzamiento se hará a fin de año en Rusia, cerca de la frontera con Kazajistán, en un lugar llamado Yazni, que originalmente fue una zona de lanzamientos de misiles durante la Guerra Fría y que hoy en día se usa para poner satélites en órbita. Junto con este van a ir diez o doce satélites de este tipo.

Por otro lado tenemos las órbitas comerciales. Los satélites de telecomunicaciones, que se conocen por el servicio comercial –son los que emiten señales de televisión, los que nos permiten ver señales en vivo desde el otro lado del mundo, así como usar la telefonía– están en una órbita fija llamada órbita geoestacionaria, a 36.000 kilómetros de altura. Allí, el satélite gira a la misma velocidad que el planeta y, por lo tanto, lo vemos quieto; entonces, podemos apuntar las antenas, dejarlas quietas y el satélite siempre está ahí. Por eso es una órbita muy requerida y muy costosa. Todo el mundo quiere poner sus satélites ahí pero hay solamente 180 lugares que los países negocian. Ahí es donde, por ejemplo, está Venesat. Uruguay tenía un lugar reservado que lo estaba por perder y lo negoció con la Unión Internacional de Telecomunicaciones para darle el lugar a un satélite venezolano. A cambio de eso entiendo que nos corresponde cierta parte de ancho de banda de ese satélite. Esa es la veta geoestacionaria, que es la que más se ve como comercial.

Luego, más cerca del planeta, más cerca de la Tierra, a unos 400 u 800 kilómetros está la llamada órbita baja, que es donde vamos a estar nosotros. Ahí no hay nada fijo; ahí todo se mueve. De noche, en el medio del campo, cuando vemos una estrella que se mueve despacio, en realidad estamos viendo un satélite grande que está en órbita baja. Seguramente, es la Estación Espacial Internacional, que es la que se ve más brillante, que va –para que tengan una idea– a unos 28.000 kilómetros por hora. Lo que hace el cohete no es solamente levantarlo sino que lo empuja a 28.000 kilómetros por hora para que no caiga más. Eso se llama órbita baja y ahí no hay posiciones porque cada uno se va moviendo en su lugar. Es verdad que hoy hay demasiados satélites y restos de cohetes y de elementos de la Guerra Fría que ni sabemos; porque hay demasiado, justamente, nos exigen que no mandemos cosas que demoren más de 25 años en caer porque si no se acumulan y crece el riesgo de que se produzcan colisiones. Allí también hay varios satélites meteorológicos, los satélites espías y los que sacan fotos que después vemos en Google Earth que también están en órbita baja por un tema de distancia. La telefonía satelital Iridium también era de órbita baja o media, en cambio los GPS están en una órbita un poco más alta. En resumen, es donde están los satélites más cercanos que proveen servicios, no necesariamente telecomunicaciones.

Hay convenios internacionales sobre lo que se denomina objetos espaciales –que son cualquier cosa que se ponga en órbita– y Uruguay los ha suscrito hace décadas y los renueva. Entonces, por ese lado no hay problema porque Uruguay es un país más que puede poner cosas en órbita. Les comento, a modo de referencia: el objeto es ruso mientras está en el cohete, pero en el momento en que el cohete llega a órbita y larga mi satélite, ahí se produce la exportación –así se llama– a Uruguay. Es decir que de ruso pasa a ser uruguayo; entonces si el cohete con satélite choca contra algo y mata gente, es culpa de Rusia, pero una vez que está suelto es un objeto uruguayo. En consecuencia, si colisiona contra algo, el problema será de Uruguay con la otra parte. La exportación hacia Uruguay se produce en el momento que lo largan en órbita.

El Norad es el Comando de Defensa Aeroespacial de Norteamérica; son restos de la Guerra Fría. Tiene la capacidad de detectar cualquier cosa en el espacio y hace un seguimiento de todos los satélites. No se trata de que controle o autorice, sino de que brinda el servicio de decir dónde está cierto satélite. Tiene tantos radares apuntando hacia arriba que sabe determinar dónde está cada cosa y al informarnos dónde está nuestro satélite nos permite comunicarnos con él.

En términos de regulación, está todo contemplado con la empresa intermediaria con la que hacemos el lanzamiento. Básicamente, estamos cumpliendo con todo lo necesario. Los satélites experimentales no tienen muchos problemas; en cambio, los de aplicación militar sí los tienen. Para un satélite de índole académica es todo bastante fácil; los problemas no son muchos y ya está todo resuelto.

En cuanto a los costos, si uno busca en Wikipedia lo que es un CubeSat verá que el costo básico para uno de 10 centímetros de lado y un kilogramo de peso que se estableció al comienzo fue de US$ 100.000. Hoy en día hay más demanda y el valor del dólar ha disminuido, por lo cual ese precio no es real, pero es el que se sigue manejando. En general, nos preguntan por qué si vale US$ 100.000 pagamos más. Lo que ocurre es que eso está pensado para las universidades ubicadas en los países donde está la industria, que no tienen problemas de importar y exportar y disponen de un campus en el que los estudiantes trabajan día y noche, tienen laboratorios, personal, experiencia e industria establecida desde hace mucho tiempo. Por lo tanto, no tienen mucho que inventar, mientras que nosotros tenemos que formar los laboratorios, capacitar a la gente, contratar a los estudiantes para que no se vayan a trabajar afuera y, en consecuencia, los costos son otros. El costo del convenio, es decir la financiación de Antel a la Facultad es de casi US$ 700.000, el lanzamiento cuesta más de US$ 200.000, hay que hacer ensayos, instalar una zona blanca, equipos de laboratorio, etcétera. Por lo tanto, los costos son de ese orden, pero el valor de US$ 100.000 hoy no es realista; es el precio de cuando se creó el estándar y lo que pagaron algunas universidades que tuvieron la suerte de conseguir un lanzamiento barato.

Con respecto a los dos años, es la vida en órbita baja. Según la altura a la que se lo largue es lo que demora en caer nuevamente a la Tierra. Todavía queda un poco de oxígeno y hay algo de rozamiento, pero es muy poco, por lo que va perdiendo energía y cae. A esa altura, cualquier cosa que vaya a 28.000 kilómetros por hora se siente un poco. Para que tengan una idea, si largo el satélite a 400 kilómetros de altura, cae a los seis meses, mientras que si lo largo a 600 kilómetros de altura,

demora unos 25 años en caer porque hay mucho menos oxígeno libre. Si nosotros largamos nuestro satélite con el cohete ruso, estará a 600 kilómetros de altitud y tardará unos 25 años en caer. Eso es mucho más de lo que se espera que dure la misión. Los componentes sufren bastante en la salida y estando en órbita; al igual que en los teléfonos se gasta la batería, los demás componentes se degradan y hay radiación cósmica. Por lo tanto, la misión no va a durar 25 años. Va a quedar algo muerto orbitando hasta que caiga. Nosotros esperamos que la misión dure un par de años. Lo mínimo que esperamos que funcione, considerando el peor escenario posible, es seis meses. Pero, como en todas las cosas, pensamos que no se va a dar el peor de los casos y seguramente funcione uno o dos años sin problema. Pero además incluye bastante redundancia para que, a medida que se vayan rompiendo o degradando los componentes, aunque cada vez sea menos funcional, no se muera de golpe.

Con respecto a los pasos a futuro, si bien este convenio tiene como meta la fabricación y el lanzamiento del satélite –que esperamos ocurra en verano y, por lo tanto, habrá que terminar todo en estos meses–, la idea compartida entre la Universidad y Antel es que el valiosísimo grupo humano que se acaba de crear y toda esta gente que se está formando en temas innovadores como este, se mantenga; para las dos instituciones es prioritario que se mantenga. Una vez que demostremos que podemos fabricar un satélite y que lo hicimos bien, quizá haya una segunda etapa, pero más que hacer otro, nuestra intención es participar con Brasil o Argentina –que tienen una industria espacial madura– y ser parte del suyo. Para nosotros, más que seguir fabricando satélites de este tipo, ese sería un paso interesante y podemos afirmar que el espíritu de las dos instituciones es seguir adelante con el grupo humano que se formó y con las actividades que se están llevando a cabo.

También quisiera decir que hasta el momento entre la gente que trabaja en Antel y la gente de la Facultad tenemos sesenta personas que han participado directamente en todo este proyecto y eso no es poca cosa.

SEÑOR FONTÁN.- Quería complementar lo que decía el ingeniero Pechiar y lo que decía el Decano Cancela al principio sobre el interés que tiene Antel en el proyecto. Sin duda el producto de alta tecnología de este proyecto es el satélite, pero lo que nos anima a seguir adelante con esta iniciativa –más allá de ese primer producto tecnológico para lo cual este tipo de proyecto es ideal– es sentar las bases de una cultura organizacional basada en el trabajo mancomunado de investigación científica, investigación tecnológica y la coordinación con la academia, porque son pocos los proyectos de estas características que logran convocar para algo de tan alto nivel de exigencia. En un proyecto como este, el más mínimo error que se cometa se paga con un fracaso, puesto que supone no alcanzar el objetivo.

Otro aspecto importante para Antel –que aquí es la que pone la carga científica del satélite, que es ese proyecto que lleva adelante paralelamente con la Facultad de Ingeniería– es que ahora estamos conformando un núcleo de trabajo con conocimientos muy avanzados en radiocomunicaciones. Este aspecto es muy importante para Antel y altamente estratégico para el servicio que le prestamos a la ciudadanía porque hoy se conoce la relevancia que tienen las comunicaciones radioeléctricas, la tecnología celular ampliamente difundida y todo lo que tiene que ver con el uso de las radiocomunicaciones. El grupo que se conformó puso el énfasis en investigar el tema de las radiocomunicaciones y parte de la carga científica de la que hablamos es un módulo de comunicación enteramente diseñado en Antel. Eso nos alienta no solo a llegar a este primer resultado que es el satélite –que si todo anda bien en los próximos meses lo veremos terminado y dispuesto para el lanzamiento–, sino a crear un capital humano cuyo valor, luego de ser capacitado y adquirir este grado de conocimiento, compensa altamente los costos del proyecto.

SEÑORA TOPOLANSKY.- Quiere decir que queda abierto un nuevo canal de investigación, que le sirve tanto a la Universidad como a Antel, y que redunda en la formación de recursos humanos en relación a la investigación y otras posible aplicaciones derivadas. Como no conozco la materia, no me las puedo imaginar, pero seguramente ustedes las deben tener claras.

Si se pudiera, me gustaría conocer el panorama y saber en qué cosas incidirían estos recursos humanos que hicieron su experiencia y que lograron un objetivo, y la línea de investigación que se abre para el país.

SEÑOR CANCELA.- Efectivamente, tal como ha dicho la señora Senadora, los productos pasan por esta experiencia de investigación compartida y creo que vale la pena insistir en este punto: en que Antel hace la carga científica y la Facultad brinda la infraestructura, o sea que –dicho entre comillas– “estamos cambiando los roles”. Todo esto pasa, esencialmente, por la formación de recursos humanos quienes, además, tienen referentes especializados en las distintas áreas temáticas.

Me gustaría mencionar brevemente algunos de los aspectos que se verán impactados. Hay un conocimiento, inclusive de base, como es, por ejemplo, el de los materiales a usar, porque enviaremos un satélite que va a estar expuesto a temperaturas cercanas al cero o extremas por lo altas; es posible que le dé sol de un lado y en el otro esté en completa oscuridad. Es decir que será necesario realizar un trabajo, un estudio de los materiales a utilizar y también, por ejemplo, del despliegue de las antenas que van allí adentro. Hay toda una parte vinculada al aspecto mecánico o físico, pero también hay otra muy interesante que tiene que ver con la energía, otro tema esencial para el país. Pensemos que este aparatito va a tomar energía con celdas fotoeléctricas, pero habrá que acumularla en una batería y hacer una gestión inteligente de ella, además del propio manejo de la batería y del hecho de entender cómo funcionan esos dispositivos en condiciones extremas.

Se acaba de mencionar el conocimiento en radiocomunicaciones ya que, por supuesto, tiene un uso directo en lo que es la cobertura a nivel nacional y, en definitiva, la posibilidad de conectar a la sociedad. Habrá un trabajo muy interesante en el tratamiento de imágenes; justamente, la carga científica que está armando Antel incluye cámaras para tomar imágenes en dos frecuencias. Luego se deberá realizar todo un trabajo de manejo de esas imágenes para interpretarlas, ya que podrán tener aplicaciones en el agro, en el manejo de recursos hídricos o en diversas áreas. Incluso existe algún otro proyecto asociado –no directamente con este– que Antel y la Facultad están impulsando y es, precisamente, el manejo de bancos de imágenes satelitales comerciales para poder recibir esos grandes volúmenes de información y luego procesarlos de manera adecuada para todo este otro tipo de aplicaciones. A su vez, habrá aplicaciones desde el punto de vista del software, ya que es una parte importante del satélite y hará funcionar todos los procesadores. A ese respecto existen proyectos en los que se está trabajando en el testeo o la búsqueda de errores, de fallas, de manera de asegurarnos que el software que vamos a embarcar sea cero defecto. Es algo que actualmente está en todos lados, desde un auto que tiene una computadora, el cajero automático, el celular, etcétera; prácticamente en todos lados hay un programa. Por tratarse de una disciplina muy joven, los errores, las fallas en los programas de la ingeniería del software son muy frecuentes. Todos hemos enfrentado el inconveniente de una computadora que se cuelga o algo por el estilo, pero en este caso no nos podemos dar ese lujo. Por lo tanto, el conocimiento que se está obteniendo y aplicando es directamente aplicable en cualquier lugar donde haya un software crítico y es necesario que no se cuelgue.

Esta es una rápida visión de las áreas donde se volcará el conocimiento en forma más amplia.

SEÑOR PECHIAR.- Simplemente quisiera agregar algunos ejemplos. En el caso de la energía, hay cinco de las caras del satélite que estarán cubiertas por paneles solares. Los habrán visto en el campo o en el Cabo Polonio: para obtener muy poca energía es necesario, por lo menos, contar con un panel de medio metro cuadrado. En este caso tenemos mucha menos superficie, pero muchas más funciones que cumplir: hay cámaras, seis equipos de radio, ocho o nueve microprocesadores, computadoras, etcétera. Por lo tanto, hay que manejar la tecnología para extraer la mayor cantidad de energía posible de los paneles solares, acumularla de la forma más eficiente posible, distribuirla de una manera segura –o sea que si a alguien se le rompe algo no me tire abajo todo el satélite sino que pueda seguir dando energía a todo lo demás– y gestionarla, es decir, si me estoy quedando sin energía porque se está usando en determinada cosa, tener la posibilidad de deshabilitar algo o cambiar el régimen de trabajo de las distintas funciones. Es un área de conocimiento que se ha desarrollado muchísimo y que tiene aplicaciones por todos lados: puedo citar el ejemplo del celular que se queda sin batería a mitad del día, las redes de sensores que se tiran en el campo para hacer estudios para el agro –que tienen que funcionar con muy poca energía, durante mucho tiempo– o los emprendimientos de gran alcance, como puede ser la generación con energías alternativas. Todo lo que tiene que ver con la eficiencia energética es fundamental y tiene una cantidad de aplicaciones. Creo que la gente más experta en el país –por lo menos a nivel de cosas chicas– es la que ha estado trabajando en este proyecto.

Con respecto al software, quiero hacer un comentario adicional. Estamos acostumbrados a apagar y volver a prender una computadora que anda mal, pero esto es algo distinto y bastante más complejo. Vamos a enviar el satélite a Estados Unidos, luego va para Rusia, y después de algunos meses, cuando salga y llegue a órbita, va a tener que funcionar sí o sí. Esto nos hace cambiar la mentalidad de cómo se piensan estas cosas, porque Uruguay tiene una excelente industria de software, pero hoy en día este no solo se utiliza para máquinas grandes –como sistemas de contabilidad o servicios–, sino también para los teléfonos, las tabletas o, incluso, para todos los aparatitos que andan en la vuelta que tienen una computadora adentro. Como dije, esto nos hace cambiar la forma de pensar porque son cosas que tienen que andar bien con muy pocos recursos.

El caso que estamos considerando es especial, por lo que estamos formando mucha gente para hacer un software que funcione muy bien y no falle, con muy pocos recursos. Cualquier aplicación que se quiera utilizar a nivel de la industria, el agro, la salud, etcétera, requiere un software de este estilo, que no falle nunca y sea muy seguro, y esta es un área que se está desarrollando muy bien.

SEÑOR PRESIDENTE.- Antes que nada quiero agradecerles su presencia porque a los miembros de la Comisión nos gusta enterarnos de las cosas que están pasando.

Me quedó muy en clara la importancia del proyecto hasta el momento del lanzamiento; tengo la impresión de que es en lo que se puso el acento de la tarea. Ahora bien, después de que el satélite esté en órbita a 600 kilómetros de altura sobre la Tierra, por el tiempo que sea –seis meses o dos años–, ¿va a haber algún producto realmente interesante? ¿Nos van a decir que les interesa tener el satélite para ver tal o cual cosa?

SEÑOR PECHIAR.- Por un lado, va a tener la función evidente que tienen los satélites, y para ello contará con dos cámaras: una en infrarrojo y otra en colores. Si funciona todo bien, vamos a tener imágenes de nuestro país sacadas por nosotros; no van a ser las mejores imágenes satelitales de la historia, pero van a ser nuestras. Además, las fotografías simultáneas en infrarrojo y en color tienen aplicaciones para el agro porque, al comparar las dos imágenes, se puede ver el índice verde y evaluar el nivel de hidratación de una zona o de un cultivo, así como los riesgos de incendio en caso de sequía. Como dije, si todo funciona bien, vamos a contar con esos datos que se van a poder mostrar y usar. El espíritu de las dos instituciones con respecto a esta iniciativa es que todo lo que se haga con el satélite sea público, y aclaro que me refiero a la información, pero también al diseño, al software y todo lo demás; no tenemos nada que esconder sobre la ingeniería que contiene.

Por otra parte, ¿qué les parece si dentro de un año vamos a una escuela en el medio del campo, con una antena y un equipo portátil, apuntamos hacia el satélite –que se va a estar moviendo y habrá que ubicarlo– y lo conectamos a la Ceibalita para que aparezcan los datos que está trasmitiendo?

SEÑOR PRESIDENTE.- ¿Qué tipo de información?

SEÑOR PECHIAR.- La información que envía habitualmente el satélite, esto es, su estado, los niveles de batería, etcétera. En realidad, eso no es lo importante; lo más valioso es poder mostrarle a los gurises de una escuela en el medio del campo –que no tienen acceso a una cantidad de cosas– lo que se puede hacer con un satélite realizado en Uruguay, que está allá arriba viajando a 20.000 kilómetros, para que vean que la ciencia no es aburrida. Eso es algo que me ilusiona, al punto que quiero poder hacerlo ya.

SEÑORA TERRA.- Ya se ha hecho en distintos departamentos y en diferentes escuelas del país una especie de presentación del proyecto –concretamente en Salto, Lavalleja, Florida, San José y también en Montevideo– a liceales y escolares, en la que se les muestra el modelo y se les explica cómo funciona. Realmente es increíble cómo se logra mantener la atención de los niños en este tema.

SEÑOR CANCELA.- Quiero mencionar algunos detalles con respecto a este punto. Sin duda, llegar a los niños y adolescentes de todo el país con demostraciones sobre el proyecto es esencial. También va a haber otros elementos, incluso de conocimiento duro, como por ejemplo: cómo funcionan las baterías

una vez que se ha puesto en órbita el satélite. Ahora eso está en etapa de diseño; creemos que las baterías van a funcionar de cierta forma, pero después vamos a poder comprobar cuál es la eficiencia en la conversión de energía, cómo funciona la estación terrena y cuáles son los problemas de control. Va a haber mucho aprendizaje también cuando el objeto esté en órbita, aunque el objetivo hoy es ese conocimiento previo.

Como comentarios finales, queremos en primer término agradecer una vez más que nos hayan recibido en esta Comisión. Creemos que este tipo de proyectos, en los que tanto la industria como la academia ponen lo mejor de sí y trabajan juntas, sirve para lograr una cultura interinstitucional que permitirá fundar de manera firme la investigación aquí en nuestro país. Pensamos que la investigación a nivel teórico es muy firme y está basada en conocimientos importantes y profundos, por lo que esperamos que se llegue pronto a aplicaciones concretas y resulte operativa. Justamente, este tipo de proyecto apunta a esa misión de la Universidad, que es la de estar al servicio del país, conquistando a los jóvenes de modo que se acerquen a la tecnología. Esto, indudablemente, implica un gran esfuerzo de comunicación entre todos. Este proyecto, a través de la muestra de la Facultad de Ingeniería, fue con el que tomó contacto Antel. Pensamos que ese tipo de actividades de difusión, en las que como facultad estamos embarcados, son esenciales para que se conozcan a un nivel más amplio las posibilidades de los diferentes proyectos que están en actividad. Incluso, también como esfuerzo de difusión, hemos elaborado y publicado trabajos, por ejemplo, sobre recursos naturales y medioambiente, así como uno de energía que es muy reciente. Aprovechamos esta oportunidad para dejar ese material en manos de los señores Senadores, a fin de que puedan conocer el trabajo realizado.

SEÑOR PRESIDENTE.- Agradecemos la presencia de nuestros invitados –cuya visita se debe a una iniciativa de la señora Senadora Topolansky que todos apoyamos- y la información que nos han brindado.

Se levanta la sesión.

(Es la hora 16 y 35 minutos.)